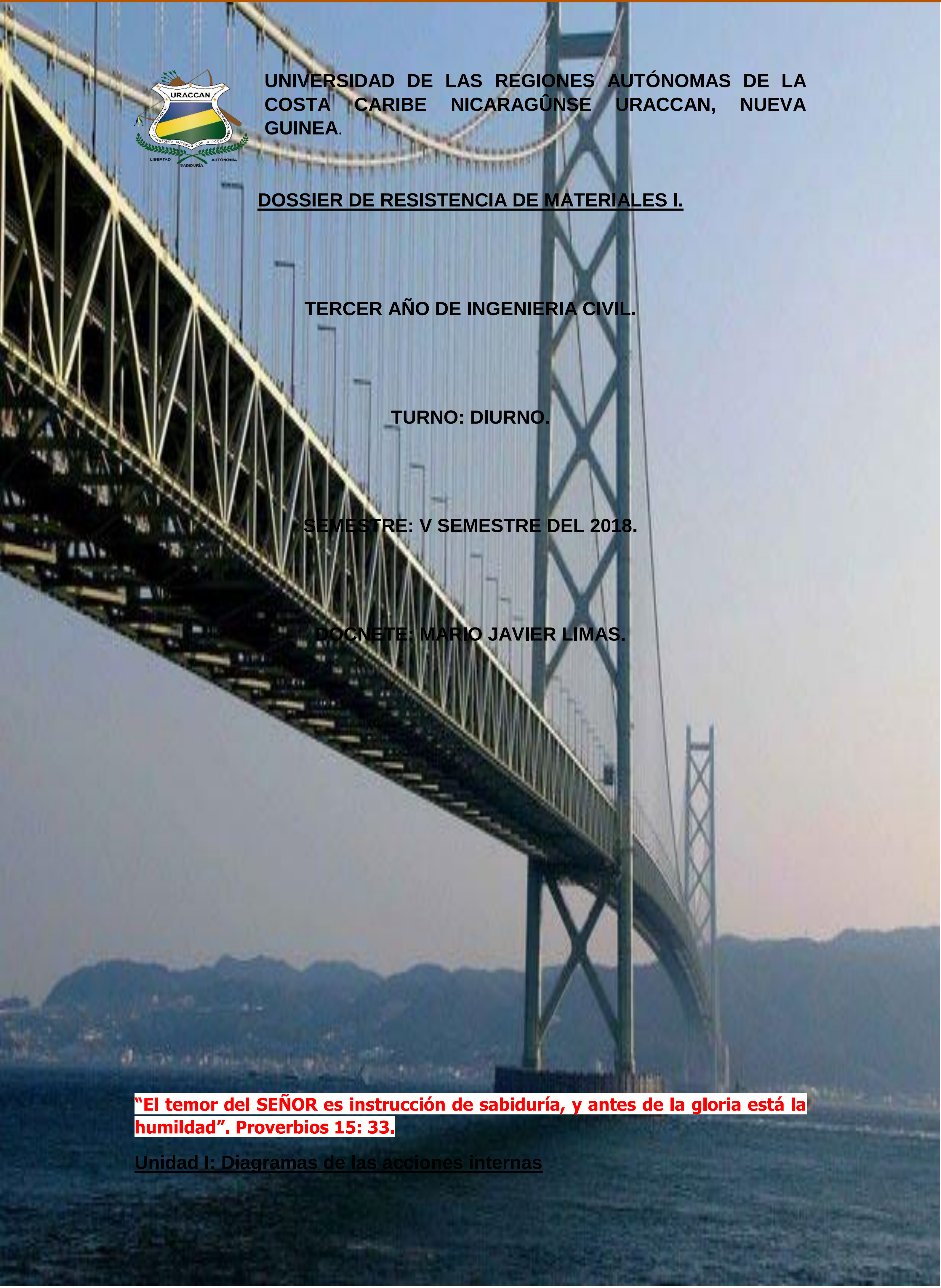


UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÛNSE URACCAN, NUEVA GUINEA.

DOSSIER DE RESISTENCIA DE MATERIALES I.

TERCER AÑO DE INGENIERIA CIVIL.

TURNO: DIURNO.

SEMESTRE: V SEMESTRE DEL 2018.

DOCNETE: MARIO JAVIER LIMAS.

“El temor del SEÑOR es instrucción de sabiduría, y antes de la gloria está la humildad”. Proverbios 15: 33.

Unidad I: Diagramas de las acciones internas

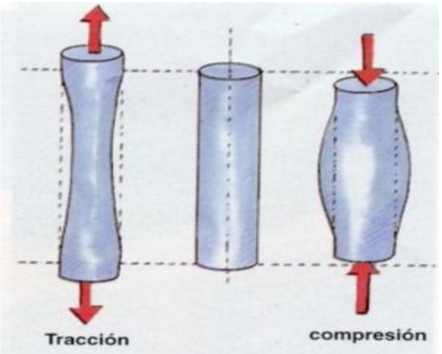
Las estructuras proporcionan un soporte, apoyo o una resistencia a la deformación que experimentan los cuerpos cuando se aplica una fuerza externa sobre ellos.

La aplicación de fuerzas externas o cargas sobre un cuerpo produce tensiones internas en su estructura que reciben el nombre de esfuerzo.

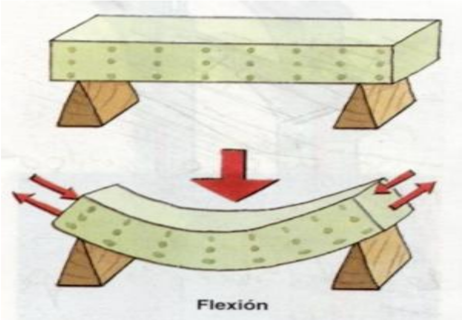
Según la dirección y el sentido de las fuerzas, los esfuerzos se pueden clasificar en:

Tracción: Las fuerzas externas actúan tratando de "estirar" el cuerpo, intentando producir un alargamiento del mismo.

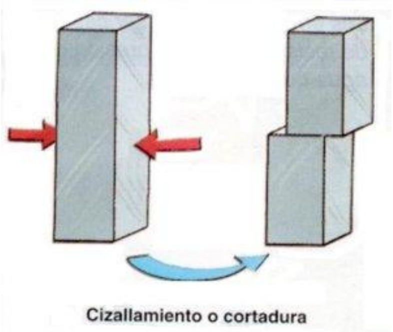
Compresión: Las fuerzas externas tratan de "comprimir" el cuerpo, actuando hacia el interior del mismo en la misma dirección y sentidos contrarios.



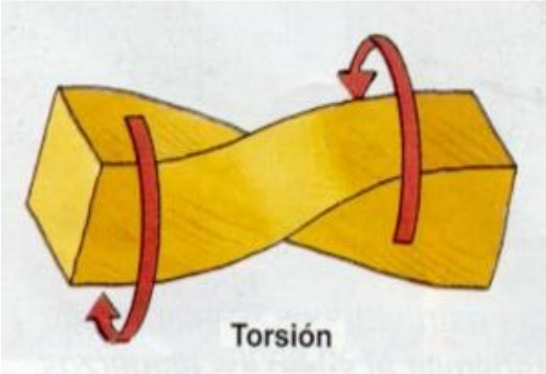
Flexión: Las fuerzas externas actúan sobre el cuerpo tratando de "doblarlo", alargando unas fibras internas y acortando otras.



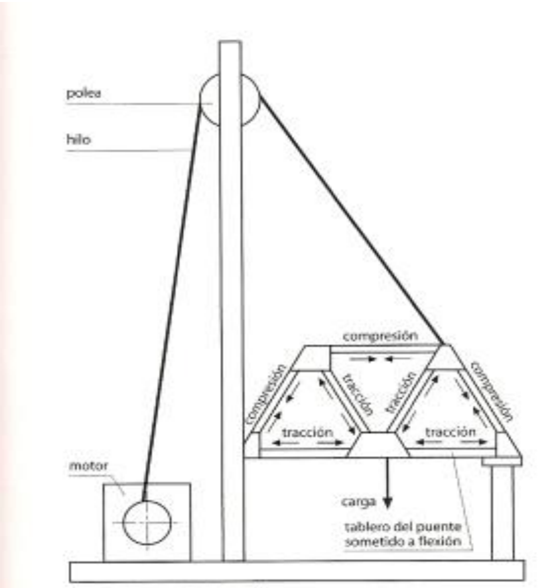
Cizalladura o cortadura: Las fuerzas actúan en sentidos contrarios sobre dos planos contiguos del cuerpo, tratando de producir el deslizamiento de uno con respecto al otro.



Torsión: Las fuerzas se aplican tratando de "retorcer" el cuerpo.



En el caso de un puente levadizo está sometido a diferentes tipos de esfuerzos:



Maqueta de puente levadizo y esfuerzos que soporta.

La resistencia de materiales clásica es una disciplina de la ingeniería mecánica, la ingeniería estructural y la ingeniería industrial que estudia la mecánica de sólidos deformables mediante modelos simplificados. La resistencia de un elemento se define como su capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo.

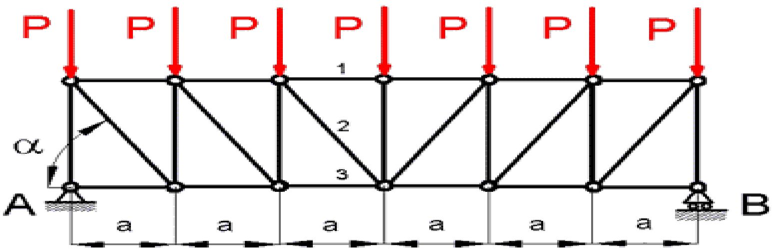
Un modelo de resistencia de materiales establece una relación entre las fuerzas aplicadas, también llamadas cargas o acciones, y los esfuerzos y desplazamientos inducidos por ellas. Generalmente las simplificaciones geométricas y las restricciones impuestas sobre el modo de aplicación de las cargas hacen que el campo de deformaciones y tensiones sean sencillos de calcular.

Para el diseño mecánico de elementos con geometrías complicadas la resistencia de materiales suele ser abundante y es necesario usar técnicas basadas en la teoría de la elasticidad o la mecánica de sólidos deformables más generales. Esos problemas planteados en términos de tensiones y deformaciones pueden entonces ser resueltos de forma muy aproximada con métodos numéricos como el análisis por elementos finitos.

Método de las secciones:

Dada una estructura formada por barras articuladas, en la que las cargas están aplicadas sobre los nudos (o articulaciones) y en la que el peso de las barras es despreciable frente a dichas cargas, la única solicitación en las secciones transversales de sus barras será el esfuerzo normal (reacciones en un sólido biarticulado plano). En ocasiones, interesa conocer el valor de los esfuerzos normales de algunas barras, sin analizar toda la estructura como se hace en el método de los nudos. Para estos casos, se utilizará el método de las secciones imaginando que la estructura está seccionada precisamente por aquellas barras cuyos esfuerzos normales se quiere determinar. Este método se utiliza para determinar las fuerzas internas o solicitaciones en una sección transversal de una viga. La aplicación particular del método de las secciones para estructuras articuladas se denomina método de Ritter. Las ecuaciones de equilibrio determinan estas fuerzas normales, siempre que el número de barras cortadas no sea superior a tres.

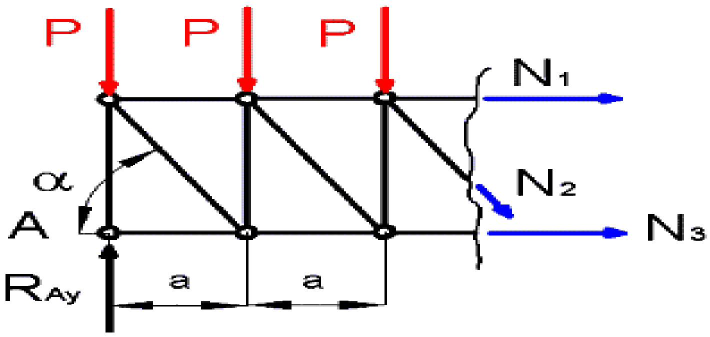
A continuación, veremos un ejemplo de aplicación. Consideraremos una estructura en la que las secciones transversales de sus barras trabajan sólo con esfuerzo normal. De dicha estructura, queremos determinar los esfuerzos de las barras 1, 2 y 3, tal como se indica en la siguiente figura. Este tipo de estructura se denomina viga Pratt.



En primer lugar, hay que calcular las reacciones externas en los apoyos A y B. Considerando el diagrama de sólido libre de la estructura y aplicando las correspondientes condiciones de equilibrio, obtendríamos los siguientes valores:

$$R_{Ax} = 0 \qquad R_{Ay} = R_{By} = \frac{7 \cdot P}{2}$$

El siguiente paso es seccionar la estructura imaginariamente de modo que se corte a las tres barras cuyo esfuerzo normal queremos determinar. A continuación, para obtener los esfuerzos normales, se aplican las condiciones de equilibrio a cualquiera de las dos partes en las que, imaginariamente, hemos dividido la estructura. Si lo hacemos sobre la parte de la izquierda, el diagrama de sólido libre de dicha parte será el mostrado en la siguiente figura.



Se observa que, al igual que en el método de los nudos, la suposición inicial es que las secciones transversales de las barras trabajan a tracción. Tras aplicar las condiciones de equilibrio, las normales obtenidas son:

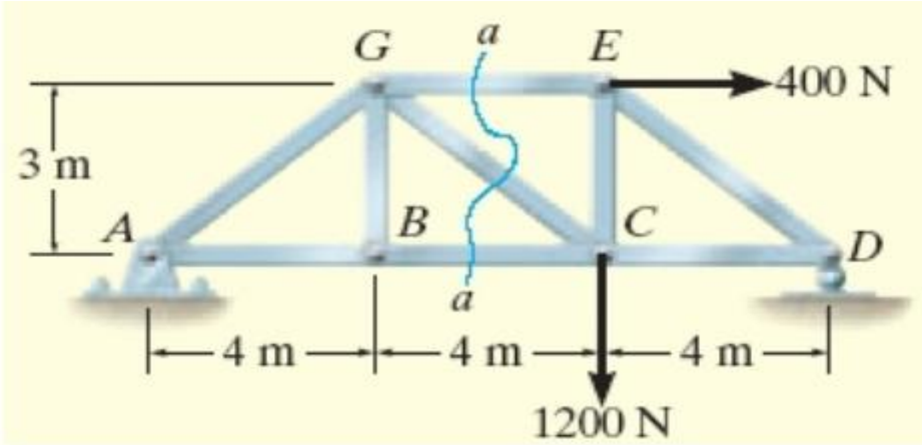
$$N_1 = -\frac{9}{2}\cdot\frac{P}{\tan\alpha} \qquad N_2 = \frac{P}{2\cdot sen\alpha} \qquad N_3 = \frac{4\cdot P}{\tan\alpha}$$

El signo negativo en el esfuerzo normal de la barra 1 implica que cualquier sección transversal de dicha barra trabaja realmente a compresión.

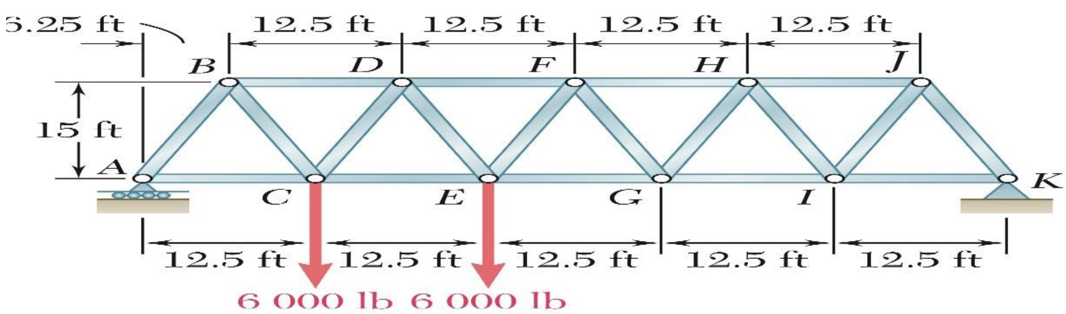
Clase práctica. Ejemplos y ejercicios propuestos.

Ejemplo 1.

Determine la fuerza en los miembros GE, GC, y BC de la estructura. Indique si los miembros están en tensión o compresión.

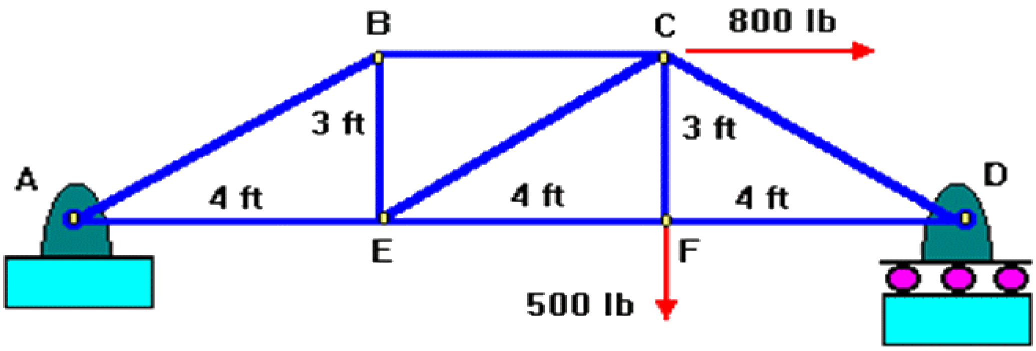


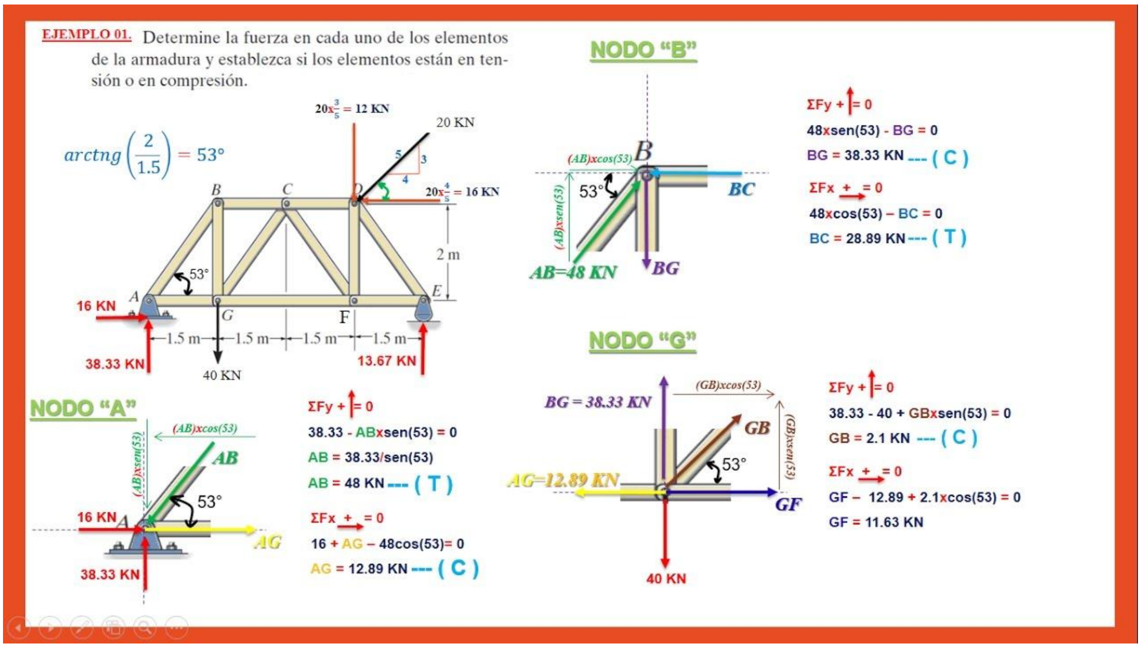
Ejemplo 2. Calcule las fuerzas internas en los elementos FG y BC.



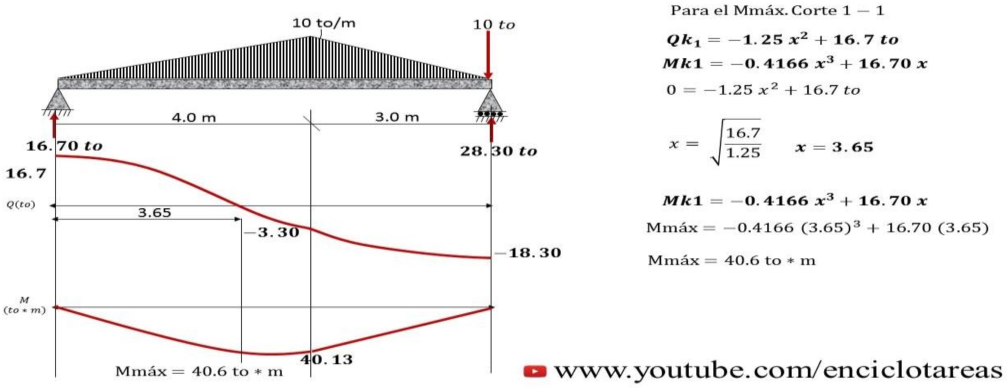
Ejercicios de ejercitación:

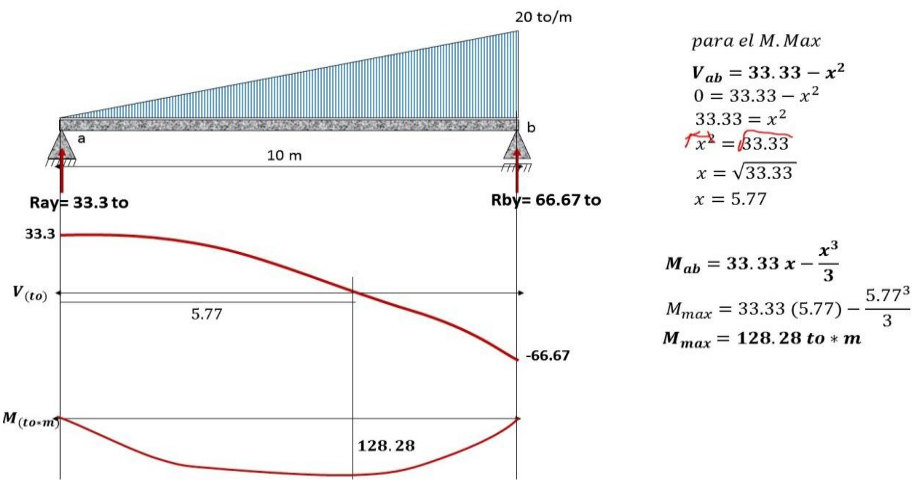
Halle las fuerzas internas en los elementos de la cercha siguiente:

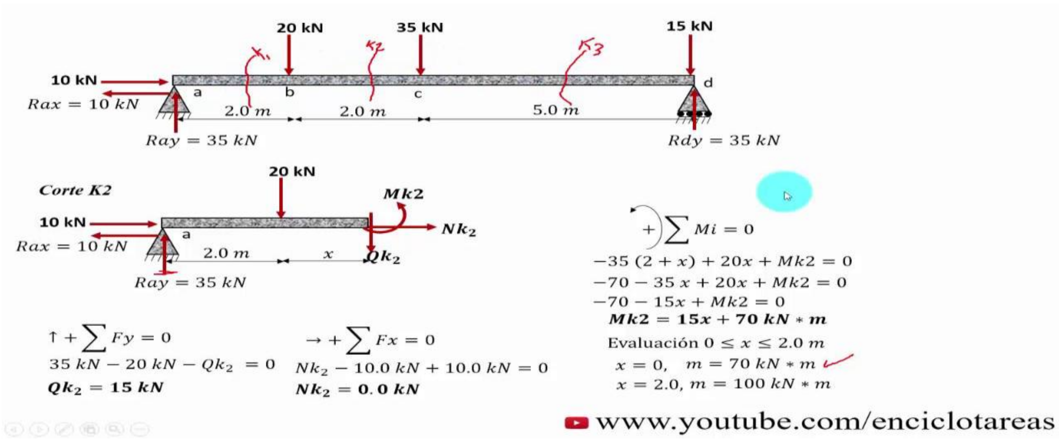




Método de las ecuaciones para los diagramas de cortante y momento.

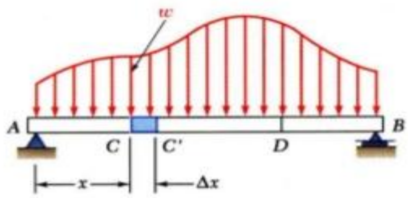






<u>Relación entre la carga, el esfuerzo cortante y el momento</u>.

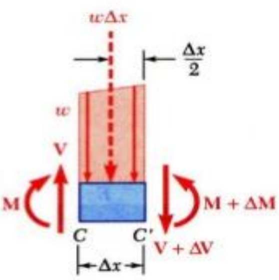
RELACIONES ENTRE CARGA, FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR



Se analiza el equilibrio de la porción CC' de la viga mostrada. $\Sigma F_y = 0 \rightarrow$

$$V - (V + \Delta V) - w\Delta x = 0$$

$$\frac{dV}{dx} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta V}{\Delta x} = -w \quad \Rightarrow \quad \frac{dV}{dx} = -w$$



$$V_D - V_C = -\int_{x_C}^{x_D} w\,dx = -$$ área bajo la curva de la carga entre C y D.

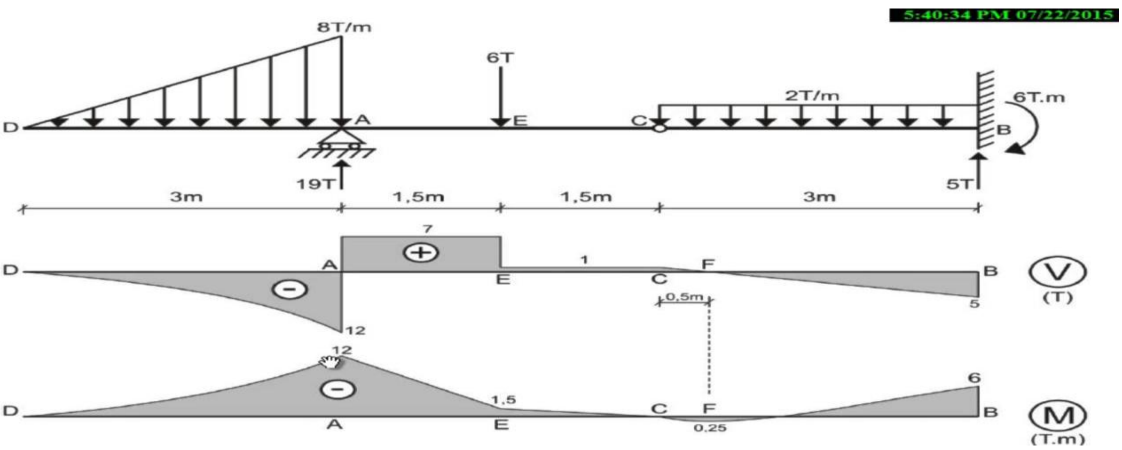
$$\Sigma M = 0 \rightarrow$$

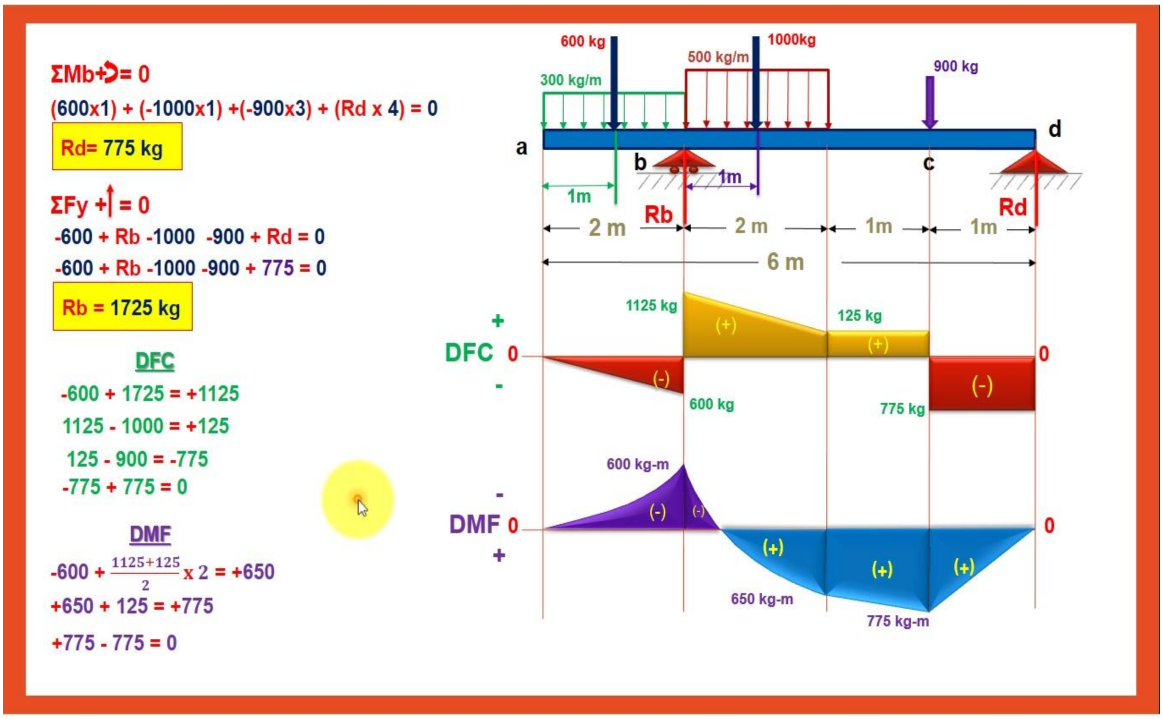
$$(M + \Delta M) - M - V\Delta x + w\Delta x \frac{\Delta x}{2} = 0$$

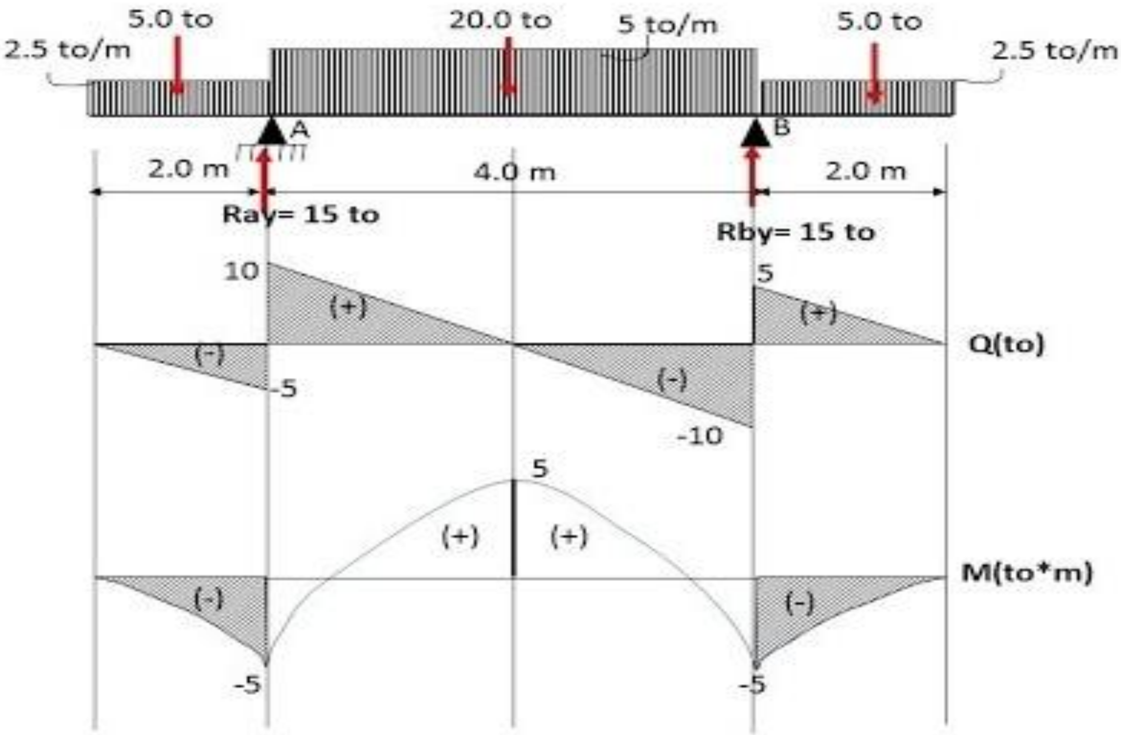
$$\frac{dM}{dx} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta M}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \to 0} \left(V - \tfrac{1}{2} w\Delta x\right) = V \quad \Rightarrow \quad \frac{dM}{dx} = V$$

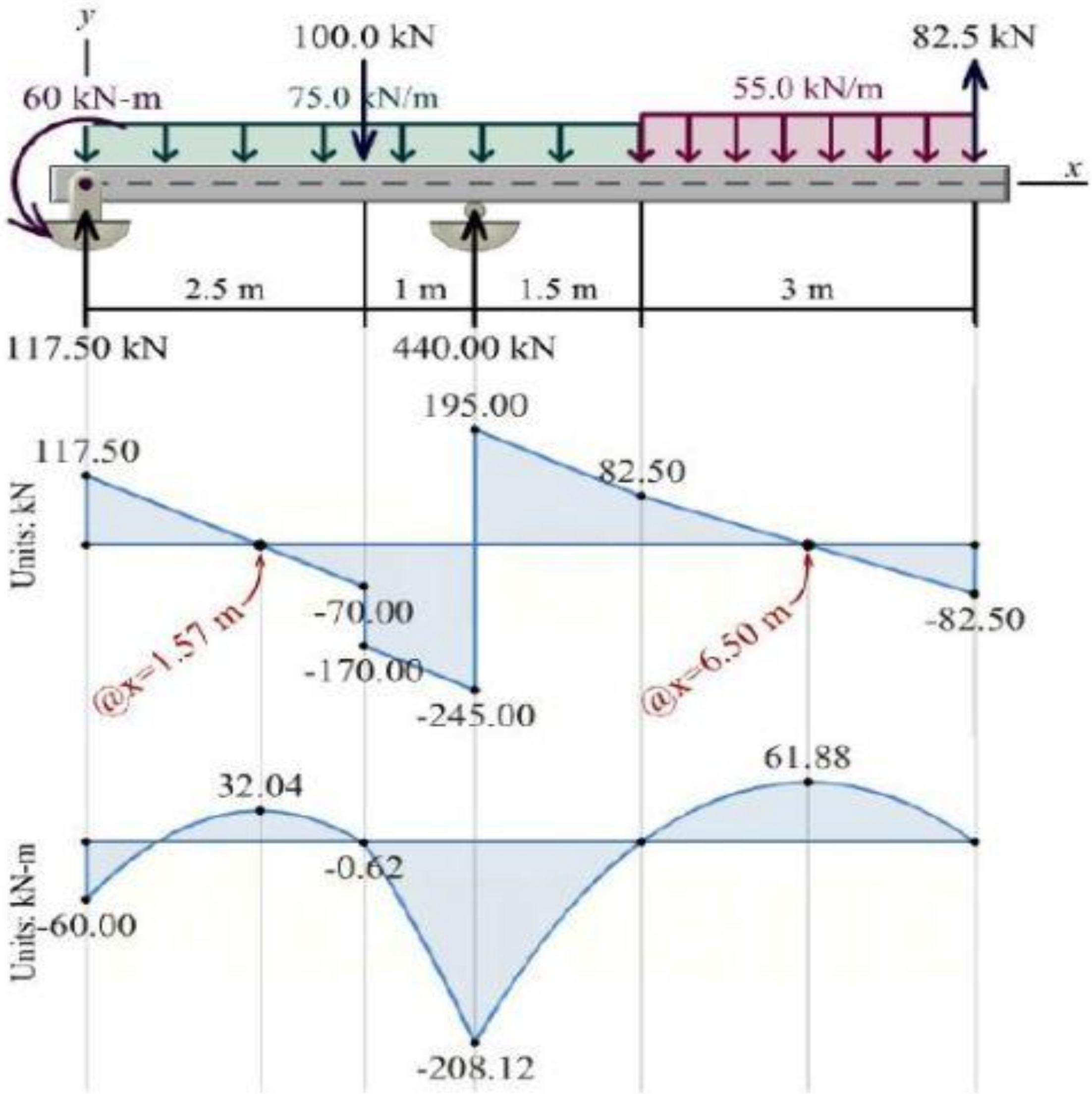
$$M_D - M_C = \int_{x_C}^{x_D} V\,dx =$$ área bajo la curva de la cortante entre C y D.

<u>Diagramas de fuerzas cortantes y momento flector.</u>




ΣMb+↻= 0
(600x1) + (-1000x1) +(-900x3) + (Rd x 4) = 0
Rd= 775 kg
ΣFy +↑ = 0
-600 + Rb -1000 -900 + Rd = 0
-600 + Rb -1000 -900 + 775 = 0
Rb = 1725 kg
DFC
-600 + 1725 = +1125
1125 - 1000 = +125
125 - 900 = -775
-775 + 775 = 0
DMF
-600 + $\frac{1125+125}{2}$ x 2 = +650
+650 + 125 = +775
+775 - 775 = 0
600 kg
1000kg
500 kg/m
300 kg/m
900 kg
a
b
c
d
1m
Rb
Rd
2 m
1m
6 m
1125 kg
125 kg
DFC
600 kg
775 kg
600 kg-m
DMF
650 kg-m
775 kg-m


5.0 to
20.0 to
5 to/m
5.0 to
2.5 to/m
2.5 to/m
A
B
2.0 m
4.0 m
2.0 m
Ray= 15 to
Rby= 15 to
10
5
Q(to)
-5
-10
5
M(to*m)
-5
-5



Asignación:
Agrupar a los estudiantes en grupos de 3 integrantes, luego calculan las reacciones y elaboran los diagramas de cortante y de momento para los problemas del texto páginas 271.

Unidad II: Esfuerzo de deformación por carga axial

1. Esfuerzo normal.

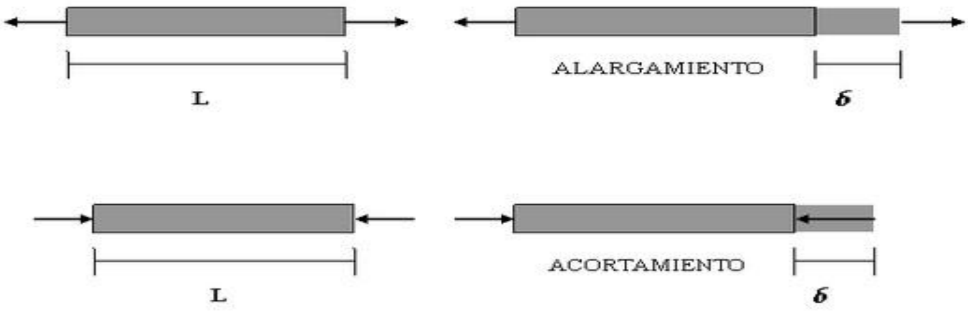
1.1 Distribución interna de la fuerza axial.
a. Principio.
1.2 Definición de esfuerzo normal, de aplastamiento y de cortante medio.

1.3 Esfuerzo en las uniones de miembros sujetos a carga axial.

1.4 Esfuerzo permisible y factor de seguridad.

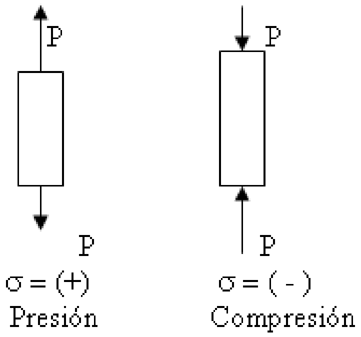
1.5 Problemas.

El esfuerzo normal (esfuerzo axil o axial) es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones perpendiculares (normales) a la sección transversal de un prisma mecánico. Este tipo de solicitación formado por tensiones paralelas está directamente asociado a la tensión normal.



Deformación debida a esfuerzos de tensión y de compresión, respectivamente.

Esfuerzo normal directo.



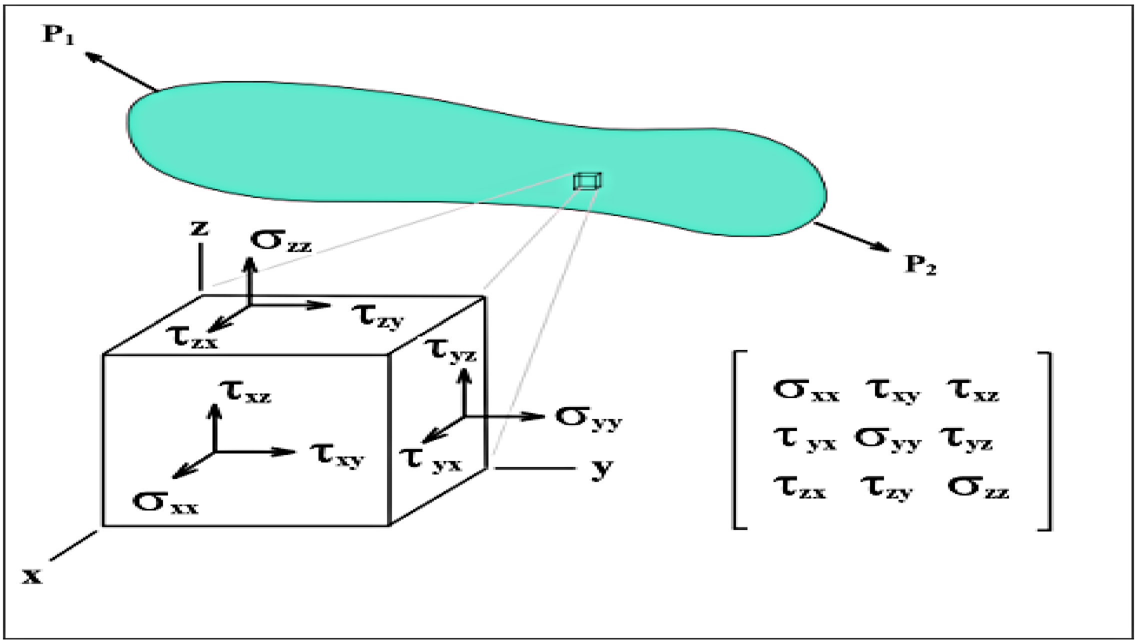
$$\boxed{\sigma = P / A}$$

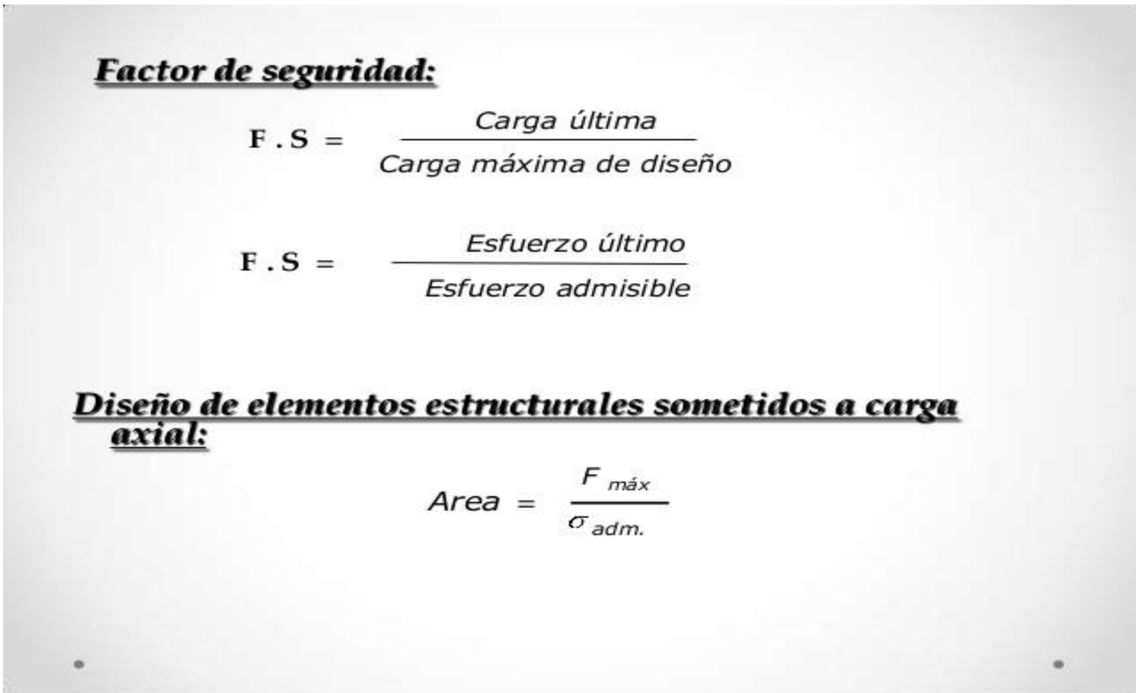
σ = Esfuerzo normal directo
P = Carga
A = Área

Sección crítica: Sección donde se presenta el máximo esfuerzo cualquier sección del tramo más cargado.

Punto crítico : La más propensa para fractura por cuestiones de la carga cualquier sección.

En ingeniería estructural, los esfuerzos internos o esfuerzos de sección son magnitudes físicas con unidades de fuerza sobre área utilizadas en el cálculo de piezas prismáticas como vigas o pilares y también en el cálculo de placas y láminas.





Debatir con los estudiantes los ejemplos del texto mecánica de materiales de Beer, Johnston, DeWolf y Mazurek, páginas: 14,15 y 16. También los ejemplos de las páginas 55, 56, 63, 66, 67, 68. Los ejemplos de las páginas 75, 79, 83, 85,

Asignación:

Los estudiantes en grupos de 3 ó 4 integrantes resolverán 10 ejercicios de la página 16-20 y 10 ejercicios de la página 69-72. También 10 ejercicios de las páginas 86-89.

Unidad III: esfuerzo y deformación por torsión

1. Torsión en barras de sección circular.

1.1 Hipótesis y conceptos Básicos.

1.2 Deformación angular por torsión.

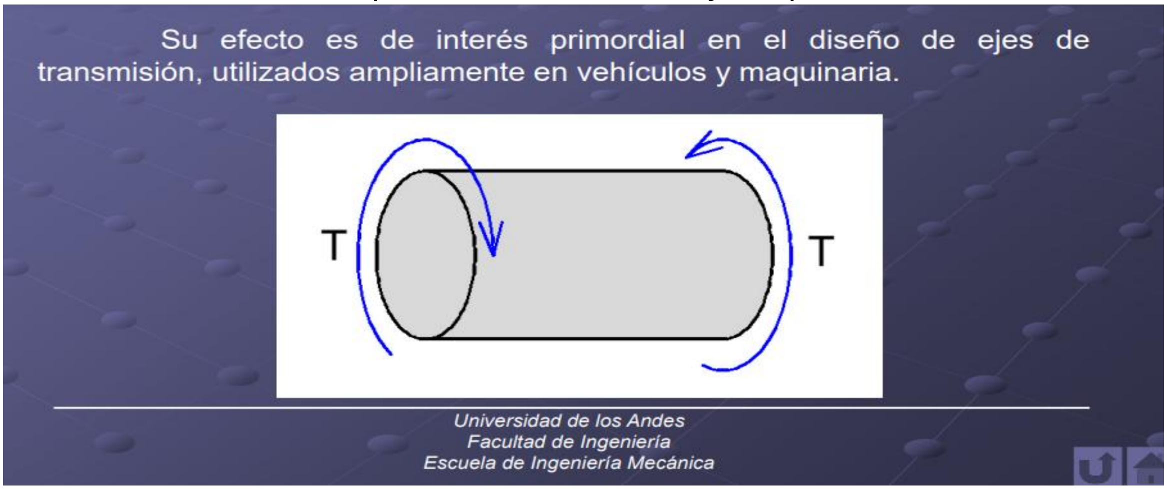
a. Dirección y Variación del esfuerzo cortante.

2. Fórmulas para cálculo del esfuerzo cortante y la deformación angular en barras de sección no circular.

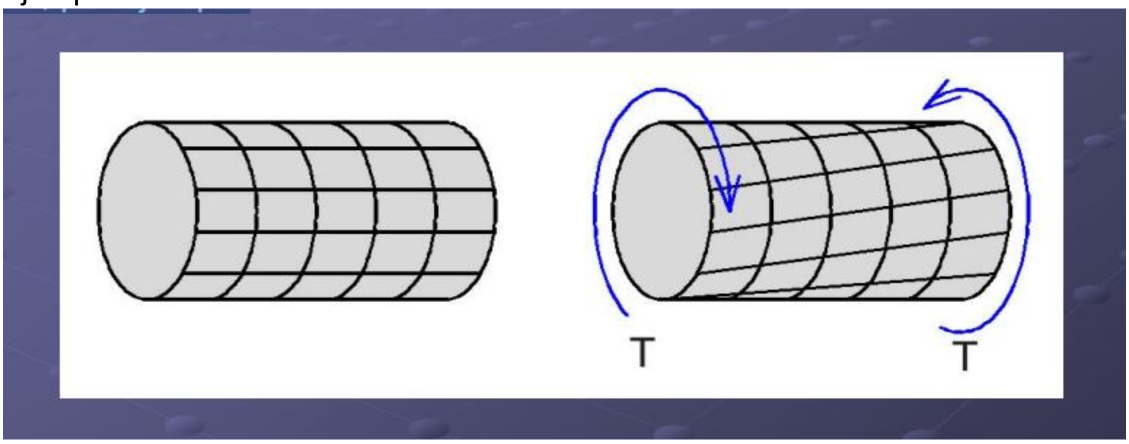
3. Problemas en sistemas isostáticos e hiperestático.

Torsión en barras de sección circular.

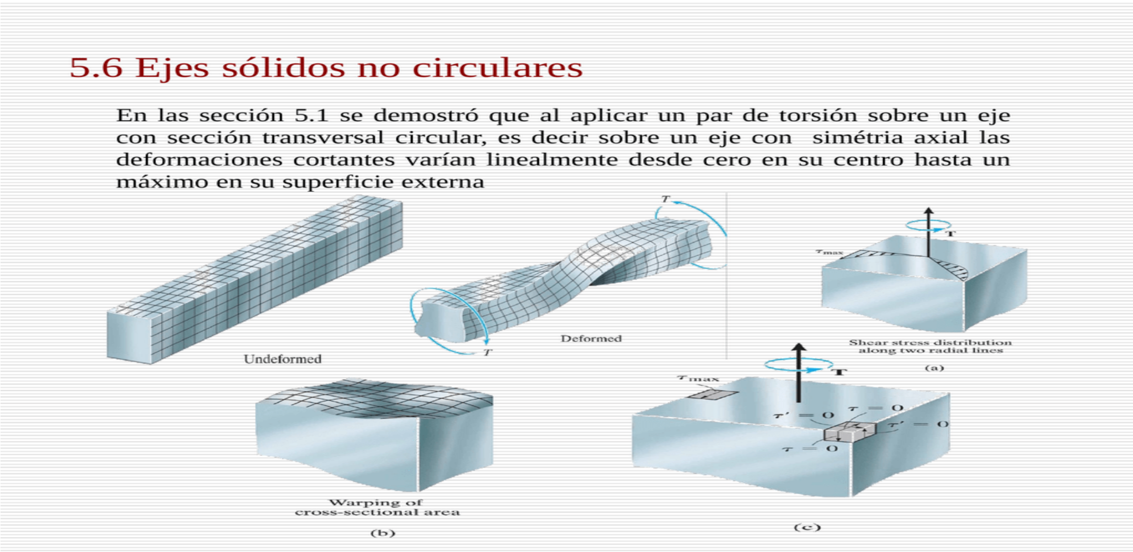
Un momento de torsión es aquel que tiende a hacer girar un miembro respecto a su eje longitudinal. Su efecto es de interés primordial en el diseño de ejes de transmisión, utilizados ampliamente en vehículos y maquinaria.



Se puede ilustrar qué ocurre físicamente cuando un momento de torsión se aplica a un eje circular hecho de un material muy elástico, como el hule, por ejemplo.

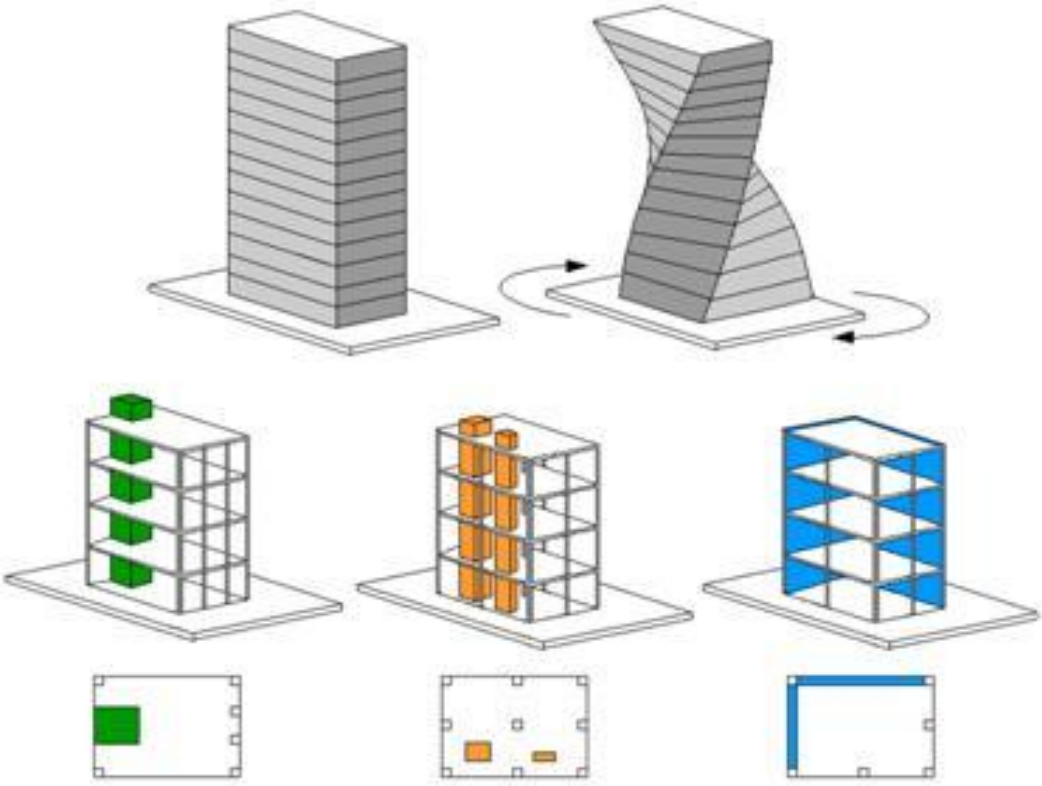


Cuando se aplica el momento torsor, las secciones circulares se mantienen como tales, experimentando una rotación en el plano del momento. Las líneas longitudinales se convierten en hélices que intersectan siempre con el mismo ángulo a los círculos transversales.



torsión	axial
$\gamma = \dfrac{\rho \emptyset}{L}$	$\varepsilon = \dfrac{\delta}{L}$
$\tau = \dfrac{T}{\left({}^{J}/_{\rho}\right)}$	$\sigma = \dfrac{F}{A}$
$\tau = G\gamma$	$\sigma = E\varepsilon$
$\emptyset = \dfrac{TL}{GJ}$	$\delta = \dfrac{PL}{EA}$

Ejemplo práctico del fenómeno de torsión en un edificio.



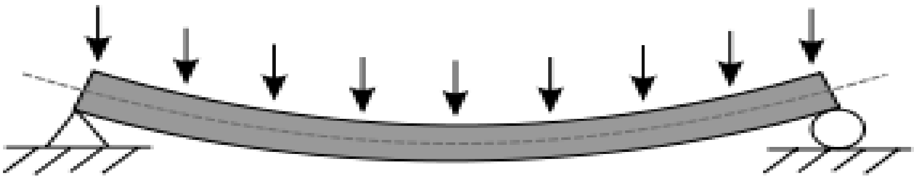
Debatir con los estudiantes los ejemplos propuestos del texto de mecánica de materiales páginas 122, 123. 132, 133, 134, 135. 143, 144, 145, 146. 153, 155, 156, 157. 165, 166.

Asignaciones:

En grupos de 3 integrantes resuelven 10 problemas de las páginas 124-127. Además 10 problemas de las páginas 136-141. Además 10 problemas de las páginas 146-149. También 10 problemas de las páginas 158-160. Por último 10 problemas de las páginas 166-170.

Unidad IV: Esfuerzo por flexión en vigas

En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término "alargado" se aplica cuando una dimensión es dominante frente a las otras. Un caso típico son las vigas, las que están diseñadas para trabajar, principalmente, por tracción. Igualmente, el concepto de flexión se extiende a elementos estructurales superficiales como placas o láminas.



El rasgo más destacado es que un objeto sometido a flexión presenta una superficie de puntos llamada fibra neutra tal que la distancia a lo largo de cualquier curva contenida en ella no varía con respecto al valor antes de la deformación. El esfuerzo que provoca la flexión se denomina momento flector.

Las vigas o arcos son elementos estructurales pensados para trabajar predominantemente en flexión. Geométricamente son prismas mecánicos cuya rigidez depende, entre otras cosas, del momento de inercia de la sección transversal de las vigas. Existen dos hipótesis cinemáticas comunes para representar la flexión de vigas y arcos:

La hipótesis de Navier-Euler-Bernoulli. En ella las secciones transversales al eje baricéntrico se consideran en primera aproximación indeformables y se mantienen perpendiculares al mismo (que se curva) tras la deformación.
La hipótesis de Timoshenko. En esta hipótesis se admite que las secciones transversales perpendiculares al eje baricéntrico pasen a formar un ángulo con ese eje baricéntrico por efecto del esfuerzo cortante.

La hipótesis de Navier-Bernoulli (denominada también como hipótesis de Navier) es un enunciado sobre la mecánica de sólidos deformables, más exactamente es un hipótesis cinemática sobre el campo de desplazamientos de una pieza alargada o prisma mecánico. **El principio afirma que:**

“Dos secciones transversales inicialmente planas y paralelas siguen siendo planas aunque no paralelas a lo largo del proceso de deformación, incluso en la región plástica”.

Ese principio junto con algunas consideraciones adicionales permite establecer que en un prisma mecánico recto sometido a flexión simple las deformaciones pueden estimarse aproximadamente mediante la relación:

$$\epsilon_y = -\frac{y}{\rho_c}$$

Donde: y es la distancia de un punto de la fibra neutra al punto considerado, ρ_c es el radio de curvatura del eje baricéntrico del prisma.

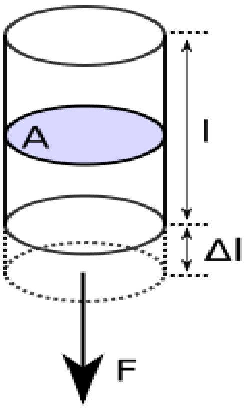
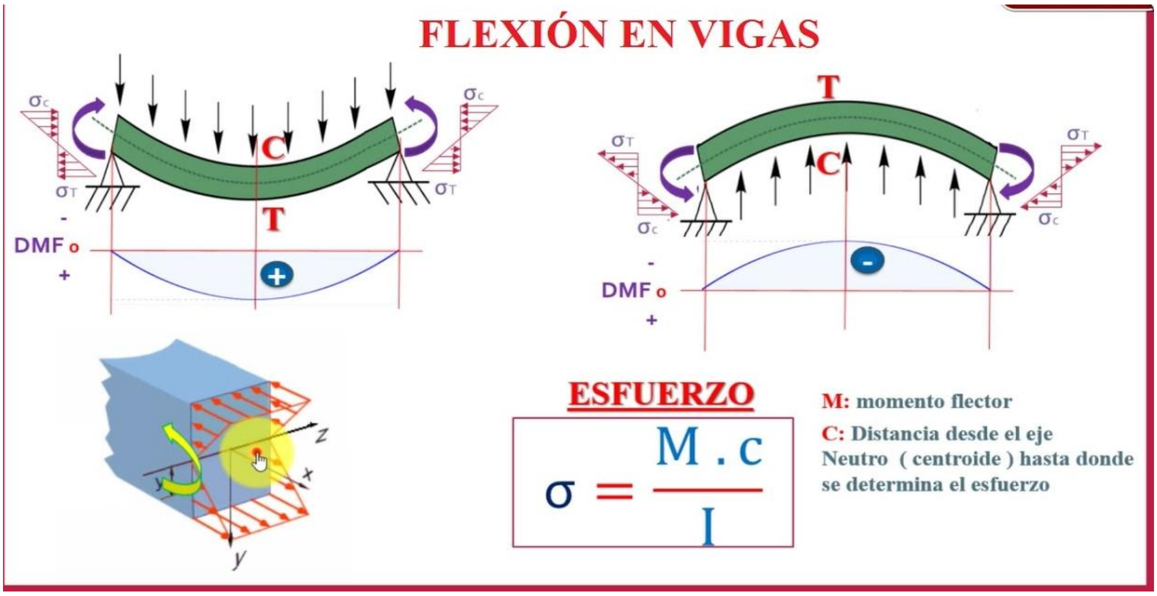
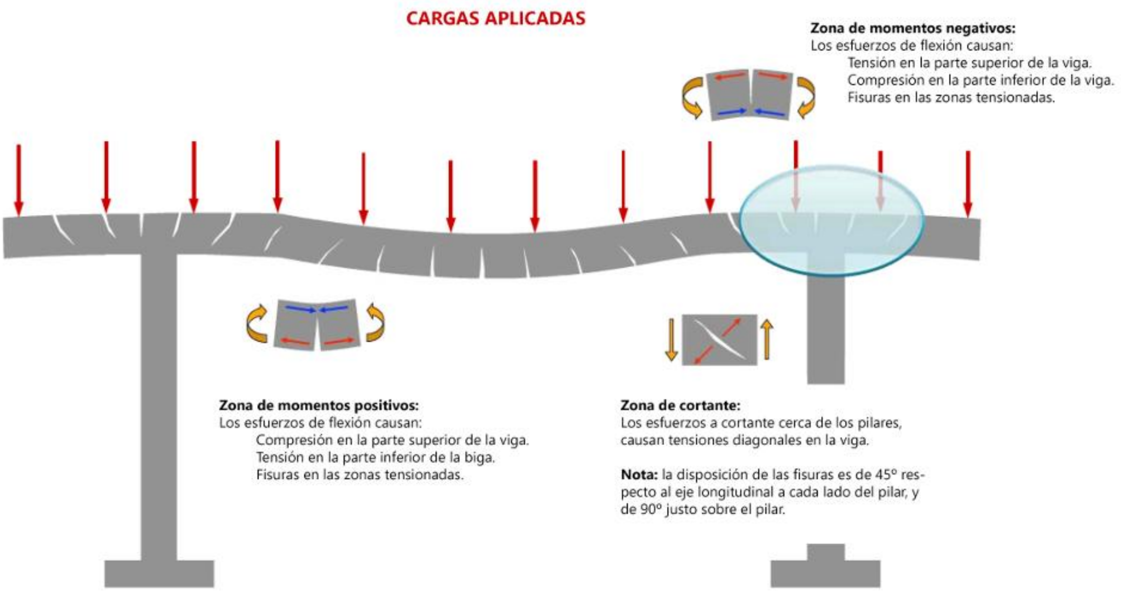
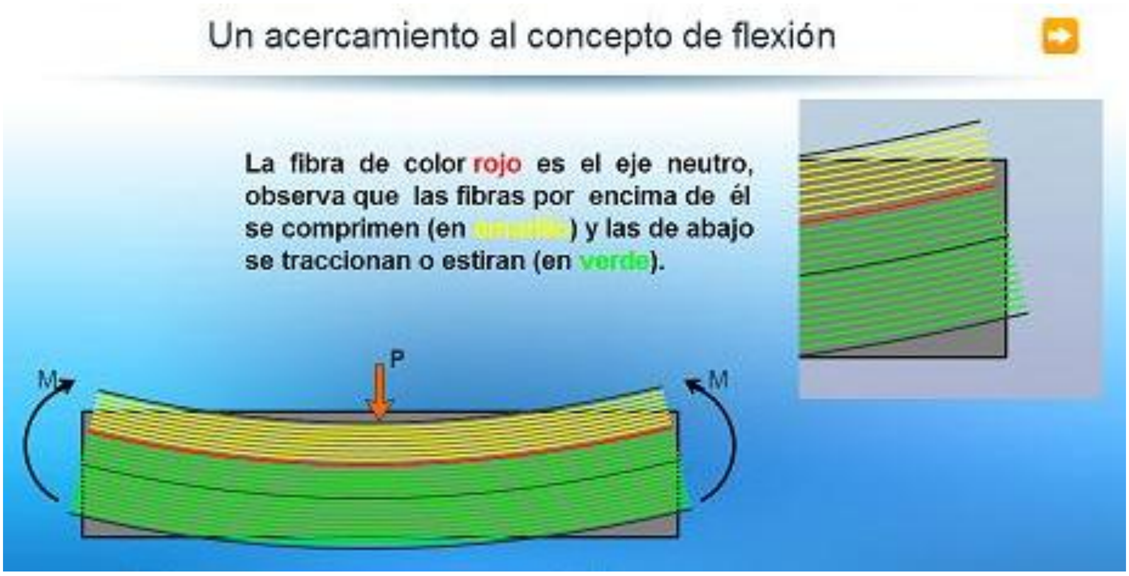
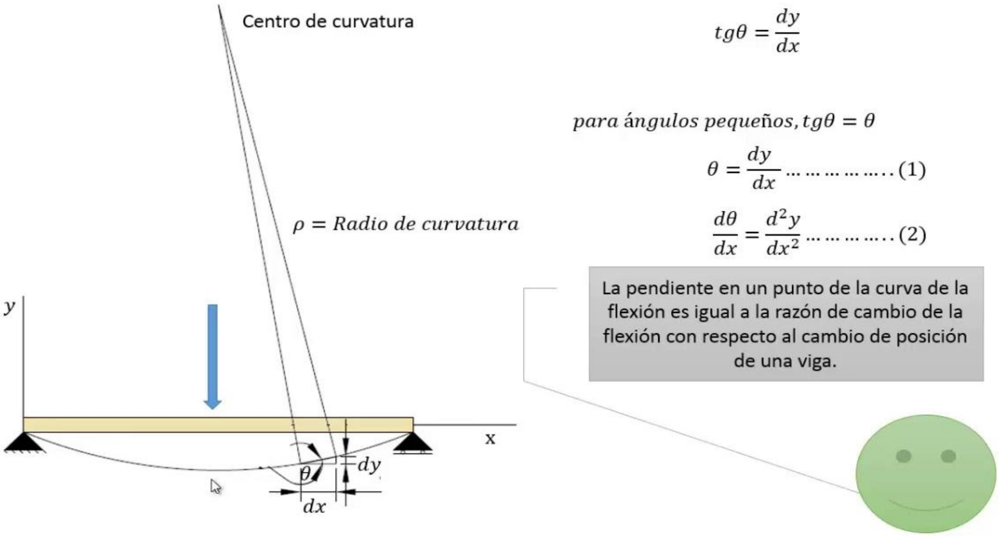


Grafico ejemplificando el principio de Navier-Bernoulli









Con ayuda del texto los estudiantes y el docente debaten las ideas, teorías y teoremas del análisis y diseño de vigas para flexión.
Teoría y ejemplos con ayuda del texto páginas 264-270.

Relaciones entre la carga, el cortante y el momento flector.

Teorías, teoremas y ejemplos con ayuda del texto páginas 274-279.

Diseño de vigas prismáticas a la flexión.
Comentar, debatir la teoría y teoremas de la temática presente, además de los ejemplos propuestos con ayuda del texto páginas 283-287.

Uso de funciones de singularidad para determinar el cortante y el momento flector en una viga.
Teorías, teoremas y ejemplos con ayuda del texto páginas 293-300

Asignación:

Los estudiantes reunidos en grupos de 3 ó 4 personas resuelven 10 problemas de las páginas 271-274.
Además 10 problemas de las páginas 280-283.
También 10 problemas de las páginas 287-292.
Resuelven 10 problemas del texto páginas 308-311.

Unidad V: Superposición de esfuerzos

El principio de superposición o teorema de superposición es una herramienta matemática que permite descomponer un problema lineal en dos o más sub-problemas más sencillos, de tal manera que el problema original se obtiene como "superposición" o "suma" de estos sub-problemas más sencillos.

Técnicamente, el principio de superposición afirma que cuando las ecuaciones de comportamiento que rigen un problema físico son lineales, entonces el resultado de una medida o la solución de un problema práctico relacionado con una magnitud extensiva asociada al fenómeno, cuando están presentes los conjuntos de factores causantes A y B, puede obtenerse como la suma de los efectos de A más los efectos de B.

Principio de superposición.

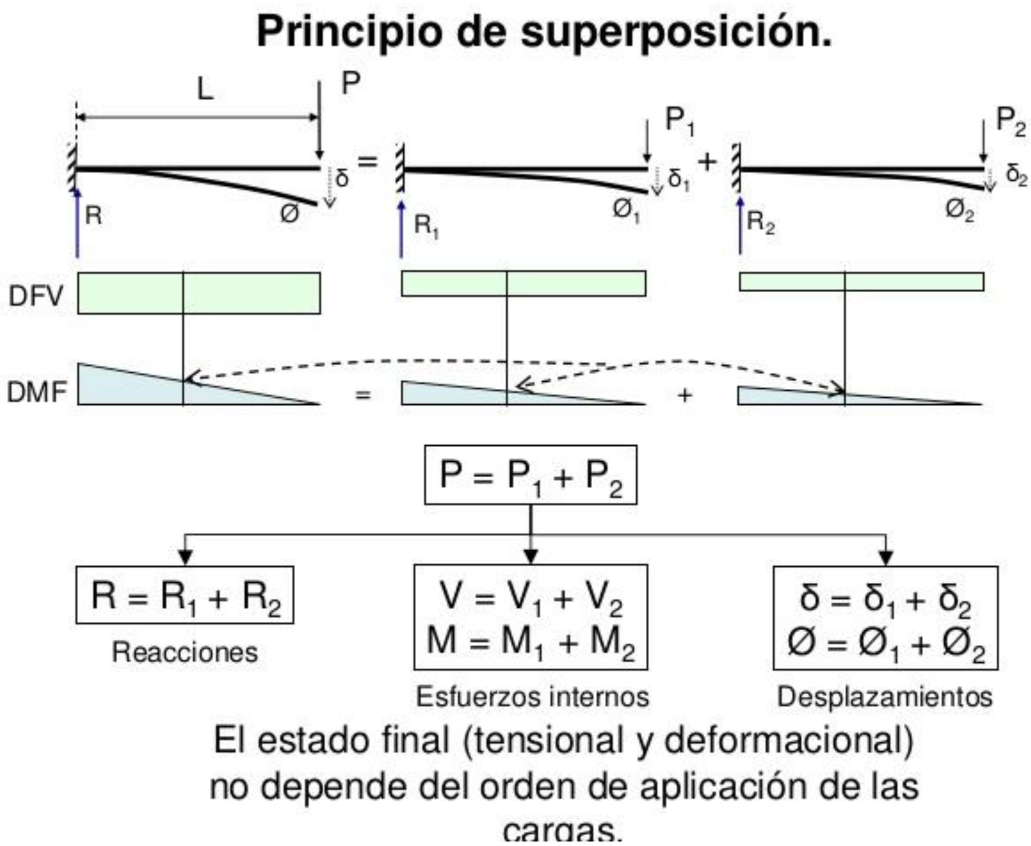
Los efectos (tensión, deformación, desplazamientos y reacciones) que un sistema de fuerzas origina sobre una estructura son iguales a la suma de los efectos que originan cada una de las fuerzas del sistema actuando por separado

Condiciones para que sea aplicable el principio de superposición de esfuerzos

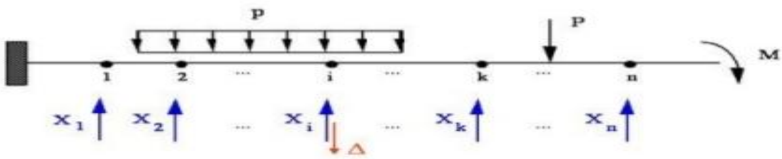
a) pequeños desplazamientos: la carga no debe cambiar significativamente la geometría original o configuración del miembro.

En vigas, los giros pequeños garantizan la linealidad de la ecuación diferencial de la curva de deflexión, y las deflexiones pequeñas asegura que las líneas de acción de las cargas y reacciones no varíen en forma significativa a partir de sus posiciones originales.

b) ley de Hooke: la carga debe estar relacionada linealmente con el esfuerzo o el desplazamiento que va a determinarse



- Por superposición:
  - $S_{TOTAL} = S_0 + S_1 \cdot X_1 + S_2 \cdot X_2 + \ldots + S_n \cdot X_n$
    - Consideramos los sistemas 0, 1, 2, …, n
    - Los diagramas totales se obtienen de la superposición de los n+1 diagramas
- También pueden obtenerse simplemente a partir del sistema total, ya que ahora conocemos las incógnitas hiperestáticas.



Debatir con los estudiantes los ejemplos con ayuda de los documentos pdf, este contiene ejemplos de este principio.

Asignación.

Los estudiantes en grupos de tres o cuatro integrantes resuelven 10 problemas del documento pdf problemas propuestos del principio de superposición de esfuerzos.

Nota: los documentos pdf están adjuntos en la carpeta con el dossier de resistencia de materiales I.